

煤矿大数据驱动的智能开采模式创新研究

周 到¹ 王玉香²

1. 国能神东煤炭集团 陕西 榆林 719315

2. 神华新街能源有限责任公司 内蒙古 鄂尔多斯 017200

摘 要：煤矿大数据驱动的智能开采模式是现代煤炭行业发展的必然趋势。该模式利用大数据技术、人工智能技术及物联网技术等现代科学技术，实现对煤矿开采工作的全面智能化管理。通过精准的地质信息系统、智能监控系统及自动化采煤设备的应用，可大幅提高煤矿开采的效率和安全性，降低成本，实现煤炭行业的可持续发展。智能化开采技术还能使工人脱离危险开采现场，提升工作幸福指数。本研究致力于探索这一模式的创新路径，为煤炭行业的转型升级提供理论支持和实践指导。

关键词：煤矿大数据驱动；智能化开采；模式创新

引言：随着信息技术的飞速发展，煤矿开采行业正逐步迈向智能化时代。煤矿大数据驱动的智能开采模式作为行业创新的重要方向，旨在通过整合、分析和应用海量开采数据，实现开采过程的高效、安全与可持续发展。本研究深入探索大数据技术在煤矿开采中的应用潜力，旨在构建基于大数据的智能开采体系，优化开采策略，提升资源利用率，降低开采成本，同时确保人员安全，为煤矿行业的转型升级提供新的思路和解决方案。

1 煤矿智能化开采技术概述

1.1 智能化开采技术的定义与特点

智能化开采技术是指运用物联网、云计算、大数据和人工智能等先进技术，使煤矿开采设备具备自主感知、决策和控制功能，实现开采过程的高效、安全和智能化。其特点在于设备间的高度协同、系统的自主学习与优化，以及对复杂开采环境的灵活适应。

1.2 国内外智能化开采技术的发展现状

（1）国内的技术创新与管理措施。近年来，我国煤矿智能化开采技术取得了显著进展。国内企业不断创新，研发出适应各种复杂地质条件的智能化开采装备。政府也积极推动智能化开采技术的发展，出台了一系列政策措施，鼓励企业加大研发投入，提升智能化水平。在管理方面，国内煤矿企业注重数据驱动的决策，通过大数据分析优化开采流程，提高资源利用率。（2）国际上的先进技术案例。国际上，澳大利亚的LASC系统堪称智能化开采技术的典范。该系统通过集成先进的传感器、控制器和通信技术，实现了长壁开采工作面的高度自动化。LASC系统不仅能够实时监控开采状态，还能根据地质条件自动调整开采策略，大大提高了开采效率和安全性。

1.3 智能化开采技术的核心技术分析

（1）远程人工干预技术。远程人工干预技术允许操作人员在远离危险区域的控制室内，通过远程监控平台对开采设备进行实时操控和监测。这种技术降低了人员风险，提高了开采作业的灵活性和效率。（2）视频监控技术。视频监控技术在智能化开采中发挥着重要作用。通过在开采现场布置高清摄像头，操作人员可以实时监控开采过程，及时发现和处理潜在的安全隐患。（3）综采自动化集中控制技术。综采自动化集中控制技术实现了对开采设备的统一管理和控制。通过高度集成的控制系统，操作人员可以轻松实现对开采过程的全面监控和调整，确保开采过程的高效和安全。

2 大数据在煤矿开采中的应用基础

2.1 大数据技术的定义与关键技术

大数据技术是一种专门用于处理和分析海量数据的技术体系，旨在从各种类型的数据中快速获得有价值的信息。其关键技术包括数据采集、存储、处理、分析和可视化等。数据采集通过各种传感器、应用程序和服务收集数据；数据存储则依赖分布式文件系统和数据库技术来存储大规模数据；数据处理是核心步骤，包括数据清洗、转换和整合，以确保数据的完整性、一致性和准确性；数据分析则通过各种方法和工具对数据进行深入分析，以发现模式、趋势和关系；数据可视化则使用图表、图形等元素展示分析结果。

2.2 大数据在煤矿行业的应用现状

（1）数据采集与存储。在煤矿行业中，大数据技术的应用首先体现在数据采集与存储上。传感器遍布煤矿各个角落，实时采集生产、安全、设备状态等多维度数据。这些数据被存储在高效的数据仓库或数据湖中，为

后续的分析 and 处理提供坚实基础。(2) 数据处理与分析。处理与分析是大数据在煤矿行业应用的核心。通过云计算和大数据技术,对海量数据进行挖掘和分析,实现实时监测预警、灾害预测、生产优化等功能。例如,对煤矿安全监控系统传感器采集的数据进行分析,可以及时发现安全隐患,预防事故发生。同时,大数据还助力煤矿实现精确管理和科学决策,提高生产效率和安全性^[1]。

2.3 煤矿大数据的特点与挑战

(1) 数据量大、类型多、处理复杂。煤矿大数据具有数据量大、类型多、处理复杂的特点。数据不仅来自生产系统、安全系统,还包括地质、环境等多源信息。数据类型涵盖结构化、半结构化和非结构化数据,增加了处理的难度。此外,实时性要求高,需要快速处理和分析以支持实时决策。(2) 数据质量与隐私保护问题。数据质量是大数据应用的关键。在煤矿行业中,由于数据源多样、采集环境复杂,数据质量往往参差不齐。这要求在应用大数据前,必须进行严格的数据清洗和校验,确保数据的准确性和可靠性。同时,隐私保护也是煤矿大数据应用面临的挑战之一。如何在利用数据价值的同时,确保个人隐私和商业秘密不被泄露,是亟待解决的问题。

3 煤矿大数据驱动的智能开采模式创新

3.1 大数据在智能开采中的创新应用途径

在煤矿开采领域,大数据技术的应用不仅提升了开采效率,还极大地增强了安全性与可持续性。(1) 精准地质建模与煤层预测。通过整合地质勘探数据、历史开采记录以及实时监测信息,大数据技术能够构建出高精度的三维地质模型。这些模型不仅能帮助地质学家更准确地理解地下结构,预测煤层的分布与厚度,还能为开采计划提供科学依据。此外,结合机器学习算法,大数据还能预测煤层变化趋势,为长期开采规划提供前瞻性指导,有效避免资源浪费。(2) 设备故障智能诊断与预测性维护。在煤矿作业中,设备故障不仅影响生产效率,还可能引发安全事故。大数据技术通过实时监测设备运行状态数据(如振动、温度、压力等),结合历史故障记录,能够识别出设备故障的早期征兆,实现智能诊断。更进一步,通过对设备寿命周期的预测分析,大数据技术能够提前规划维护任务,实施预测性维护,减少非计划停机时间,延长设备使用寿命,降低维护成本^[2]。

(3) 开采过程优化与智能调度。大数据技术在开采过程中的应用还体现在优化开采策略与智能调度上。通过分析生产数据、人员配置、设备效能等多维度信息,大数据技术可以自动调整开采计划,优化作业流程,提高生

产效率。智能调度系统能够根据实时工况,动态调整作业队伍与设备配置,确保资源的高效利用与作业安全。

3.2 基于大数据的智能化开采系统架构设计

为了实现大数据驱动的智能开采,一个高效的系统架构至关重要。该架构通常分为以下几层:(1) 数据采集层。数据采集层负责从各类传感器、监测设备、信息系统等源头收集数据。这些数据涵盖了地质信息、设备状态、环境参数、人员活动等多个方面,为后续分析提供了基础素材。数据采集层需确保数据的完整性、准确性和实时性,为后续处理提供可靠保障。(2) 数据处理与分析层。数据处理与分析层是大数据技术的核心所在。这一层对采集到的原始数据进行清洗、转换、整合,去除冗余和错误信息,形成标准化的数据集。随后,运用数据挖掘、机器学习等技术对数据进行深入分析,提取有价值的信息和规律,为决策提供科学依据。(3) 应用服务层。应用服务层将数据处理与分析的结果转化为实际应用,包括精准地质建模、设备故障预警、开采计划优化、智能调度等。这一层通过友好的用户界面和可视化工具,将复杂的数据分析结果呈现给管理者 and 操作人员,便于他们快速做出决策^[3]。

3.3 智能化开采模式的创新实践案例

(1) 成功案例展示与分析。某大型煤矿企业引入了大数据驱动的智能开采系统,实现了开采效率与安全性的双重提升。通过精准地质建模,该企业成功预测了煤层的分布,优化了开采布局,避免了无效开采。同时,智能诊断系统提前发现了采煤机的潜在故障,及时进行了维护,避免了重大事故的发生。智能调度系统根据实时数据动态调整作业计划,确保了人员与设备的高效利用。这些措施共同作用下,该企业的煤炭产量提高了近20%,安全事故率下降了30%。(2) 存在的问题与改进建议。尽管大数据驱动的智能开采模式取得了显著成效,但仍面临一些挑战。首先,数据质量问题不容忽视。由于数据源多样、环境复杂,数据中往往存在噪声和异常值,影响分析结果的准确性。因此,加强数据治理,提高数据质量是首要任务。其次,隐私保护与数据安全问题也是亟待解决的难题。在利用大数据价值的同时,必须建立严格的数据访问控制和加密机制,确保个人信息和商业秘密不被泄露。此外,智能化系统的稳定性和可靠性也是关键因素。需要不断优化算法,提升系统的容错性和自愈能力,以应对复杂的开采环境。针对上述问题,建议煤矿企业在推进智能化开采的过程中,一方面要加大数据治理力度,建立完善的数据管理体系;另一方面,要强化技术研发,提升系统的安全性

和稳定性。同时,加强人才培养,培养既懂煤矿开采又懂大数据技术的复合型人才,为智能化开采的长远发展提供智力支持。

4 大数据驱动的智能开采模式效益分析

4.1 开采效率提升

(1) 自动化与智能化水平提高。大数据技术的引入,使得煤矿开采过程中的自动化与智能化水平得到了显著提升。通过收集和分析开采设备的工作状态、地质条件、煤层分布等多维度数据,系统能够智能调整开采参数,优化开采策略。例如,智能掘进系统可以根据地质情况自动调节切割速度和切割深度,确保掘进效率和安全性的双重提升。此外,大数据算法还能预测设备故障,实现预防性维护,减少因设备故障导致的停产时间,进一步提升开采效率。(2) 生产流程优化与协同作业。大数据技术还促进了煤矿开采生产流程的优化和各部门间的协同作业。通过实时监测和分析生产数据,企业能够及时发现生产瓶颈和瓶颈环节,快速调整生产计划,优化资源配置。同时,大数据平台打破了部门间的信息壁垒,实现了生产、安全、设备等各部门间的信息共享和协同工作。这不仅提高了整体生产效率,还增强了企业的综合竞争力。

4.2 安全性增强

(1) 实时监控与预警系统。大数据技术在煤矿安全监控方面的应用,极大增强了开采作业的安全性。通过整合安全监控系统、人员定位系统、设备状态数据等多源信息,系统能够实时监测开采现场的安全状况,及时发现潜在的安全隐患。例如,当瓦斯浓度超标或设备出现异常情况时,系统会立即触发预警机制,通知操作人员采取相应措施,避免事故的发生。这种实时监控与预警系统不仅提高了安全管理的精细化水平,还大大降低了安全事故的发生率^[4]。(2) 事故应急响应与处理机制。在事故发生时,大数据技术同样发挥着重要作用。通过快速分析事故现场的数据,系统能够准确判断事故类型和规模,为救援人员提供科学的决策支持。同时,大数据平台还能自动触发应急响应预案,指导救援人员迅速开展救援行动,最大限度地减少事故损失。这种高

效的事故应急响应与处理机制,不仅提高了救援效率,还增强了企业的应急管理能力。

4.3 成本节约与经济效益

(1) 人力与物力消耗降低。大数据驱动的智能开采模式,通过提高开采效率 and 安全性,有效降低了人力与物力的消耗。自动化和智能化设备的应用,减少了人工操作的依赖,降低了劳动强度,提高了工作效率。同时,精准的地质建模和开采计划优化,减少了无效开采和资源浪费,进一步降低了开采成本。这种成本节约效应,不仅提高了企业的盈利能力,还增强了企业的市场竞争力。(2) 资源利用率提高与节能减排。大数据技术还有助于提高资源利用率和实现节能减排。通过对开采数据的深入分析,企业能够更准确地掌握煤层分布和地质条件,制定更加科学的开采计划。这不仅提高了煤炭资源的开采效率,还减少了因过度开采和无效开采导致的资源浪费。此外,智能化系统还能够根据生产需求实时调整设备运行状态,优化能源配置,降低能耗和排放。

结束语

综上所述,煤矿大数据驱动的智能开采模式创新研究展现了大数据技术在推动煤炭行业现代化进程中的重要作用。通过深度挖掘与分析煤矿大数据,我们不仅优化了开采流程,提高了资源利用率,还显著增强了作业安全性与整体经济效益。本研究不仅为煤矿智能化转型提供了理论支持与实践范例,更为未来煤炭行业的可持续发展指明了方向。我们期待智能化开采模式的进一步推广与应用,引领煤炭行业迈向更加高效、环保的新篇章。

参考文献

- [1]吕敏达,李东奎,宋玉金.煤矿智能化开采技术的创新管理[J].内蒙古煤炭经济,2023(08):78-80.
- [2]胡杰.煤炭智能化开采关键技术创新进展与展望[J].矿业装备,2022,(06):60-61.
- [3]王广龙.煤矿智能化开采技术的创新与管理[J].陕西煤炭,2021,(12):146-149.
- [4]虎晓龙,殷华.煤矿智能化开采技术创新与发展研究[J].工矿自动化,2021,(02):11-12.